



1762  
H/K

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of: )  
TAKESHI SHISHIDO, ET AL. ) Examiner: Not Yet Assigned  
Application No.: 09/822,191 ) Group Art Unit: 1762  
Filed: April 2, 2001 )  
For: EXHAUST PROCESSING )  
METHOD, PLASMA )  
PROCESSING METHOD AND )  
PLASMA PROCESSING )  
APPARATUS ) June 20, 2001

Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

RECEIVED  
JUN 25 2001  
TC 1700 MAIL ROOM

CLAIM TO PRIORITY

Sir:

Applicants hereby claim priority under the International Convention and all rights to which they are entitled under 35 U.S.C. § 119 based upon the following Japanese Priority Application:

2000-100213 (Pat.), filed April 3, 2000.

A Certified copy of the priority document is enclosed.

Applicants' undersigned attorney may be reached in our New York office by telephone at (212) 218-2100. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,

*Laura A. Palmer*  
\_\_\_\_\_  
Attorney for Applicants  
Registration No. 091767

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO  
30 Rockefeller Plaza  
New York, New York 10112-3801  
Facsimile: (212) 218-2200

NY\_MAIN 178959 v 1

RECEIVED  
JUN 25 2001  
TC 1700 MAIL ROOM

CFO 15262 US/shi

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2000年 4月 3日

出願番号

Application Number:

特願2000-100213

出願人

Applicant(s):

キヤノン株式会社

RECEIVED

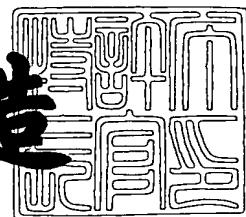
JUN 25 2001

TC 1700 MAIL ROOM

2001年 4月 27日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3035571

【書類名】 特許願

【整理番号】 4031082

【提出日】 平成12年 4月 3日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 31/00

【発明の名称】 排気処理方法、プラズマ処理方法及びプラズマ処理装置

【請求項の数】 43

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

【氏名】 宮戸 健志

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

【氏名】 岡部 正太郎

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

【氏名】 幸田 勇蔵

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

【氏名】 芳里 直

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

【氏名】 森山 公一朗

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会

社内

【氏名】 尾崎 裕之

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会  
社内

【氏名】 金井 正博

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会  
社内

【氏名】 高井 康好

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会  
社内

【氏名】 都築 英寿

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100096828

【弁理士】

【氏名又は名称】 渡辺 敏介

【電話番号】 03-3501-2138

【選任した代理人】

【識別番号】 100059410

【弁理士】

【氏名又は名称】 豊田 善雄

【電話番号】 03-3501-2138

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 004938

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9703710

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 排気処理方法、プラズマ処理方法及びプラズマ処理装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基体又は膜をプラズマ処理するための処理空間の排気処理方法において、

前記処理空間と排気手段とを結ぶ排気配管中に化学反応生起手段を有し、該化学反応生起手段に前記処理空間のプラズマを到達させることなく、該処理空間から排気された未反応ガス及び副生成物の少なくとも一方に化学反応を生起させることを特徴とする排気処理方法。

【請求項2】 前記化学反応生起手段が、発熱することによって前記処理空間から排気された未反応ガス及び副生成物の少なくとも一方に化学反応を生起させる手段であることを特徴とする請求項1に記載の排気処理方法。

【請求項3】 前記化学反応生起手段として高融点の金属部材を用いることを特徴とする請求項2に記載の排気処理方法。

【請求項4】 前記高融点の金属部材として、クロム、モリブデン、タングステン、バナジウム、ニオブ、タンタル、チタン、ジルコニウム、ハフニウムのうち、少なくとも一種を含有する部材を用いることを特徴とする請求項3に記載の排気処理方法。

【請求項5】 前記処理空間と前記化学反応生起手段との間に、プラズマを遮断する手段を設けることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の排気処理方法。

【請求項6】 前記プラズマを遮断する手段として導電性部材を設け、該導電性部材の電位がプラズマ空間電位と異なる電位であることを特徴とする請求項5に記載の排気処理方法。

【請求項7】 前記導電性部材として金属部材を用いることを特徴とする請求項6に記載の排気処理方法。

【請求項8】 前記導電性部材として、前記化学反応生起手段と同様の材質の部材を用いることを特徴とする請求項6に記載の排気処理方法。

【請求項9】 前記プラズマを遮断する手段として、電気的に接地された部

材を用いることを特徴とする請求項5乃至8のいずれかに記載の排気処理方法。

【請求項10】 前記プラズマを遮断する手段として、单一又は複数の線形状、あるいは螺旋状に巻いた線形状の部材を用いることを特徴とする請求項5乃至9のいずれかに記載の排気処理方法。

【請求項11】 前記プラズマを遮断する手段として、メッシュを用いることを特徴とする請求項5乃至9のいずれかに記載の排気処理方法。

【請求項12】 前記プラズマを遮断する手段として、板状部材を用い、該板状部材が前記プラズマを通過させない形状を有していることを特徴とする請求項5乃至9のいずれかに記載の排気処理方法。

【請求項13】 基体又は膜をプラズマ処理するプラズマ処理方法において

前記プラズマ処理を行なう処理空間と該処理空間を排気する排気手段とを結ぶ排気配管中に化学反応生起手段を配置し、該化学反応生起手段に前記処理空間のプラズマを到達させることなく、前記処理空間から排気された未反応ガス及び副生成物の少なくとも一方に化学反応を生起させることを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項14】 前記化学反応生起手段が、発熱することによって前記処理空間から排気された未反応ガス及び副生成物の少なくとも一方に化学反応を生起させる手段であることを特徴とする請求項13に記載のプラズマ処理方法。

【請求項15】 前記化学反応生起手段として高融点の金属部材を用いることを特徴とする請求項14に記載のプラズマ処理方法。

【請求項16】 前記高融点の金属部材として、クロム、モリブデン、タンゲステン、バナジウム、ニオブ、タンタル、チタン、ジルコニウム、ハフニウムうち、少なくとも一種を含有する部材を用いることを特徴とする請求項15に記載のプラズマ処理方法。

【請求項17】 前記処理空間と前記化学反応生起手段との間に、プラズマを遮断する手段を設けることを特徴とする請求項13乃至16のいずれかに記載のプラズマ処理方法。

【請求項18】 前記プラズマを遮断する手段として導電性部材を設け、該

導電性部材の電位が前記プラズマ空間電位と異なる電位であることを特徴とする請求項17に記載のプラズマ処理方法。

【請求項19】 前記導電性部材として金属部材を用いることを特徴とする請求項18に記載のプラズマ処理方法。

【請求項20】 前記導電性部材として、前記化学反応生起手段と同様の材質の部材を用いることを特徴とする請求項18に記載のプラズマ処理方法。

【請求項21】 前記プラズマを遮断する手段として、電気的に接地された部材を用いることを特徴とする請求項17乃至20のいずれかに記載のプラズマ処理方法。

【請求項22】 前記プラズマを遮断する手段として、单一又は複数の線形状、あるいは螺旋状に巻いた線形状の部材を用いることを特徴とする請求項17乃至21のいずれかに記載のプラズマ処理方法。

【請求項23】 前記プラズマを遮断する手段として、メッシュを用いることを特徴とする請求項17乃至21のいずれかに記載のプラズマ処理方法。

【請求項24】 前記プラズマを遮断する手段として、板状部材を用い、該板状部材が前記プラズマを通過させない形状を有していることを特徴とする請求項17乃至21のいずれかに記載のプラズマ処理方法。

【請求項25】 前記プラズマ処理がプラズマCVD法による膜形成であることを特徴とする請求項13乃至24のいずれかに記載のプラズマ処理方法。

【請求項26】 前記プラズマ処理が基体又は膜をプラズマエッチングする方法であることを特徴とする請求項13乃至24のいずれかに記載のプラズマ処理方法。

【請求項27】 基体又は膜をプラズマ処理する処理空間と該処理空間を排氣する排氣手段と該処理空間と該排氣手段とを結ぶ排氣配管とを有するプラズマ処理装置において、

前記排氣配管中に化学反応生起手段を有し、前記処理空間と該化学反応生起手段との間にプラズマを遮断する手段を有することを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項28】 前記化学反応生起手段として発熱体を用いることを特徴と

する請求項27に記載のプラズマ処理装置。

【請求項29】 前記化学反応生起手段として高融点の金属部材を用いることを特徴とする請求項27または28に記載のプラズマ処理装置。

【請求項30】 前記高融点の金属部材として、クロム、モリブデン、タンゲステン、バナジウム、ニオブ、タンタル、チタン、ジルコニウム、ハフニウムのうち、少なくとも一種を含有する部材を用いることを特徴とする請求項29に記載のプラズマ処理装置。

【請求項31】 前記プラズマを遮断する手段として導電性部材を設け、該導電性部材の電位が前記プラズマ空間電位と異なる電位であることを特徴とする請求項27乃至30のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項32】 前記導電性部材として金属部材を用いることを特徴とする請求項31に記載のプラズマ処理装置。

【請求項33】 前記導電性部材として、前記化学反応生起手段と同様の材質の部材を用いることを特徴とする請求項31に記載のプラズマ処理装置。

【請求項34】 前記プラズマを遮断する手段が電気的に接地されていることを特徴とする請求項31乃至33のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項35】 前記プラズマを遮断する手段として、单一又は複数の線形状、あるいは螺旋状に巻いた線形状の部材を用いることを特徴とする請求項27乃至34のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項36】 前記プラズマを遮断する手段として、メッシュを用いることを特徴とする請求項27乃至34のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項37】 前記プラズマを遮断する手段として、板状部材を用い、該板状部材が前記プラズマを通過させない形状を有していることを特徴とする請求項27乃至34のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項38】 前記プラズマ処理がプラズマCVD法による膜形成であることを特徴とする請求項27乃至37のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項39】 前記プラズマ処理が基体又は膜をプラズマエッチングする方法であることを特徴とする請求項27乃至37のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項40】 基体又は膜をプラズマ処理する処理空間と該処理空間を排気する排気手段と該処理空間と該排気手段とを結ぶ排気配管とを有するプラズマ処理装置において、

前記排気配管中に電源に接続された第一の金属部材を有し、前記処理空間と該第一の金属部材との間に電気的に接地された第二の金属部材を有することを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項41】 前記第一の金属部材と前記第二の金属部材は、同じ材質であることを特徴とする請求項40に記載のプラズマ処理装置。

【請求項42】 前記第一の金属部材と前記第二の金属部材は同様の形状を有することを特徴とする請求項40または41に記載のプラズマ処理装置。

【請求項43】 前記第一の金属部材と前記第二の金属部材はいずれもフィラメントであることを特徴とする請求項40乃至42のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体素子等の製造プロセスにおいて、膜形成に用いるプラズマCVD装置、スピッタ装置や、堆積膜処理に用いるドライエッチング装置等の基体や膜をプラズマ処理する方法における排気処理方法、プラズマ処理方法及びプラズマ処理装置に関する発明である。

【0002】

【従来の技術】

プラズマ処理は、電磁波、熱、光などのエネルギーを用いて原料ガスを励起してプラズマ化し、該プラズマに目的の基板（基体）を曝すことによって膜堆積、ドーピング、エッチング等を施す方法として一般的に広く用いられている。

【0003】

例えばプラズマCVD法は、プラズマ処理チャンバーに原料ガスを導入し、また排気ポンプにより減圧にして、直流電力または、高周波、マイクロ波電力を印加して原材料ガスをプラズマ様に電離、解離、励起させて、基板上に堆積膜を形

成せるものである。従来、プラズマCVD法においては、平行平板電極を用い、グロー放電やあるいは高周波を用いたRF放電を使用してきた。

#### 【0004】

これら平行平板電極を用いた放電法の他に、熱エネルギーにより化合物ガスを分解し堆積させる方法も利用されてきた。熱エネルギーを利用する方法では、原材料として  $\text{Si}_2\text{H}_6$  等の比較的分解温度の低いガスを使用し、プラズマ処理チャンバー自体を加熱してガス分解を行う Hot Wall 法や、基板を加熱し同様の効果を得る熱CVD法がある。さらに、シリコン結晶の融点以上に加熱したタンクステンフィラメントのような金属フィラメントを用いることで薄膜堆積を行うホットワイヤCVD法がある。また、基板表面に紫外線等の光を照射することで、原料ガスを分解し、堆積膜を形成する光CVD法がある。

#### 【0005】

ドライエッチング法は、非晶質半導体薄膜、微結晶半導体薄膜、絶縁体薄膜等の堆積膜を一度形成した後で、所望のパターンや膜厚に処理するための堆積膜処理方法として一般的である。

#### 【0006】

シリコン系非晶質または微結晶半導体薄膜を形成する場合には、原料ガスとしては  $\text{SiH}_4$ ,  $\text{Si}_2\text{H}_6$ ,  $\text{SiF}_4$ ,  $\text{Si}_2\text{F}_6$  などが使われている。またドーピングガスとしては、 $\text{BF}_3$ ,  $\text{B}_2\text{H}_6$ ,  $\text{PH}_3$  などが使われている。また、シリコンゲルマニウム系非晶質薄膜または微結晶薄膜の形成には、前記ガスに加えて、原料ガスとして  $\text{GeH}_4$  ガスがよく使われる。

#### 【0007】

プラズマ処理チャンバー内の（プラズマ）圧力は直流から高周波までの電力供給の場合に  $1.3 \times 10^1 \text{ Pa} \sim 1.3 \times 10^3 \text{ Pa}$  程度である。マイクロ波電力を供給する場合には、 $1.3 \times 10^{-1} \text{ Pa} \sim 1.3 \times 10^2 \text{ Pa}$  程度である。また、基板温度は  $200 \sim 400^\circ\text{C}$  に加熱する。

#### 【0008】

ここで、代表的な堆積膜形成装置の一つであるプラズマCVD装置の模式的断面図を図2に示し、高周波を用いた一般的なプラズマCVD法による非晶質シリ

コン薄膜の作製例を図2を参照して説明する。図2において、1はプラズマ処理チャンバー、2は排気手段（ロータリーポンプ、およびメカニカルブースターポンプ）、3は排気配管、4はコンダクタンス調整バルブ、5は電力印加電極、6は高周波電源、7は高周波導入部、8は基板（基体）、9は基板ホルダー、10はガス導入部、11は圧力計、12は放電領域、15は排気配管ヒーターである。

#### 【0009】

基板ホルダー9に基板8を固定し、プラズマ処理チャンバー1の基板出し入れ口（不図示）を閉じて、排気手段2により減圧になるように排気する。基板8は基板ホルダー9に固定された基板ヒーター（不図示）によってプラズマ処理条件の温度に加熱する。プラズマ処理チャンバー1内の放電領域12には、ガスボンベ（不図示）からガス流量コントローラー（不図示）を介して流量を制御された複数の堆積膜形成用原料ガス（SiH<sub>4</sub>, Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, H<sub>2</sub>, ドーピングガス）が混合されてガス導入部10を通して供給される。電力印加電極5に高周波電源6から高周波を印加し、電力印加電極5に対向する基板8及び基板ホルダー9を基板電極として両電極の間の放電領域12に放電を生起させる。

#### 【0010】

プラズマ処理チャンバー1内のガスは排気手段2により、排気配管3を通して排気され、常に新たに供給されるガスに入れ替わっている。放電領域12の圧力は圧力計11によりモニターされ、その圧力信号をもとに排気配管3の経路に設けられたコンダクタンス調整バルブ4の開度を調整して放電領域12内の圧力を一定に制御する。堆積膜形成用原料ガスは放電領域12内に生起されたプラズマ内で解離、電離、励起され、基板8上に堆積膜を形成する。

#### 【0011】

上記コンダクタンス調整バルブ4は、原料ガスの流量によらず、所望の圧力に調整するのに有用である。コンダクタンス調整バルブ4は排気配管3の断面積を可変することで排気コンダクタンスを増減するものである。

#### 【0012】

堆積膜形成終了後は、原料ガスの供給を停止し、新たにバージガス（He, Ar

r等)を導入して、プラズマ処理チャンバー1内や排気手段2に残留した原料ガスを充分に置換する。ページ終了後、プラズマ処理チャンバー1が冷えるのを待って、大気圧に戻して、基板8を取り出す。

#### 【0013】

プラズマ処理チャンバー1から排気手段2に至る排気配管3上に設けられた排気配管ヒーター15において、排気配管3の温度を上昇させることにより副生成物を分解、反応させて除去している。ここで言う副生成物とは、SiH<sub>4</sub>系のガスを使用する場合、放電条件(圧力、ガス流量、電力値)によってプラズマ中で発生し、電極上や、基板ホルダー、チャンバー壁、排気配管壁、バルブ表面に付着または堆積する粉体のことである。従来、この副生成物の除去には排気配管ヒーター15によって温度を上昇させることにより、分解、反応させて除去する方法がとられている。

#### 【0014】

また、特開平8-218174号公報には、排気配管上にトラップを設け、プラズマ処理チャンバーとトラップ間を加熱することで副生成物の排気配管壁への付着を防止し、トラップに副成生物を析出・凝集させる方法が開示されている。さらに特開平7-130674号公報には、排気配管上のトラップに対向電極を設け、放電により未反応ガスと副生成物を硬質な膜としてトラップ壁面に堆積させる方法が開示されている。また、特開平4-136175号公報には、プラズマを生起させて未反応ガスを反応させて膜形成を行う反応室を設け、未反応ガスを減少させる方法が開示されている。

#### 【0015】

##### 【発明が解決しようとする課題】

プラズマ処理により堆積膜形成(あるいは処理)を行うプラズマ処理装置においては、プラズマ処理中に発生し、基板以外に付着堆積する前記副生成物の堆積膜への混入による膜質への影響、排気配管やバルブに付着することによる装置メンテナンス上の取り扱いが問題となっている。

#### 【0016】

プラズマ処理チャンバー内に付着した副生成物は、ガスを吸着したり、チャン

バー内に舞い上がり、ダスト、コンタミネーションとして、基板上の堆積膜に取り込まれ、堆積膜の諸特性に悪影響を与える場合がある。

## 【0017】

また、排気手段に付着した副生成物は、排気手段としてロータリーポンプを用いた場合にはポンプオイルの粘度を著しく大きくしたり、メカニカルブースターポンプやドライポンプを用いた場合には、ローターに付着してローター同士が接触し、動作不良の原因となる場合がある。また前述の通りに、排気配管壁やバルブに付着した副生成物が成長し、排気配管やバルブの有効断面積が次第に小さくなると、排気コンダクタンスが次第に小さくなり、プラズマ処理チャンバーにおける所望の放電圧力が得られなくなる場合がある。さらには、コンダクタンス調整バルブの動作不良を起こす場合がある。

## 【0018】

先に示した図2においては、排気配管ヒーター15によって排気配管3内の温度を上昇させて副生成物を分解、反応させて除去していた。しかし、この方法で減圧した排気配管内の温度を十分に上昇させることは難しく、副生成物の除去方法としては十分なものではなかった。

## 【0019】

また、副生成物の除去方法としては、ドライエッチング法も知られている。ドライエッチング法は、プラズマ処理チャンバー内で放電し、寿命の長いエッチングガスのラジカルによって排気配管中の副生成物をエッチングする方法や、排気配管内で放電を生起させて、エッチングをする方法がある。しかし、エッチングを行う場合には、プラズマ処理チャンバー部材、排気配管材、排気ポンプの耐食性を考慮しなければならず、また、エッチング残渣物や副生成物の堆積膜形成（あるいは処理）時に与えるコンタミネーションとしての影響を心配しなければならない。

## 【0020】

また、排気配管内にトラップを設け、トラップ内部に平行平板電極を設置し、グロー放電やあるいは高周波を用いたRF放電を使用して未反応の化合物ガスを分解しトラップ中に堆積させる方法が利用されてきた。しかし、未反応の化合物

ガスを分解しトラップの壁面に堆積させる速度が遅いために、副生成物は排気ポンプにまで運ばれてしまうことが問題となっていた。また、トラップ内部に平行平板電極を設置するため、ある程度の空間を必要とし、トラップの設置に自由度がなかった。

#### 【0021】

また、前記トラップ内部に発熱体を設置し、排気配管内部を直接熱する方法も利用された。この方法は副生成物の除去には効果を発揮したが、トラップ内部まで伸長してきたプラズマに対しては、副生成物の分解とともに生成も行っている可能性があり、該発熱体の作用が分散している可能性があった。

#### 【0022】

現在、プラズマCVD法等により半導体薄膜を作成する工業的な利用が進められているが、更なる大面積化、長時間成膜が要求されており、それに伴う排気系での副生成物の堆積の増大が懸念される。しかし、上記した従来の方法では副生成物の堆積防止能力が不十分となる場合がある。

#### 【0023】

本発明の目的は、上記課題に鑑み、プラズマ処理による堆積膜形成（あるいは処理）を行う際に発生する未反応ガスと副生成を十分に効率よく除去し、排気配管やバルブ、排気ポンプでの腐食や副生成物の堆積を防止し、長期にわたってメンテナンス頻度を低減し、稼働率向上及び装置の簡略化が可能で、また大面積に長時間の成膜を高速で行う際に増大する未反応ガスや副生成物に対しても、十分に効率良く除去が可能で、堆積膜への影響の無い排気処理方法、プラズマ処理方法及びプラズマ処理装置を提供することにある。

#### 【0024】

##### 【課題を解決するための手段】

上記課題を解決すべく、本発明の排気処理方法は、基体又は膜をプラズマ処理するための処理空間の排気処理方法において、上記処理空間と排気手段とを結ぶ排気配管中に化学反応生起手段を設け、該化学反応生起手段に上記処理空間のプラズマを到達させることなく、該処理空間から排気された未反応ガス及び副生成物の少なくとも一方に化学反応を生起させるものである。

【0025】

上記排気処理方法において、上記化学反応生起手段が、発熱することによって上記処理空間から排気された未反応ガス及び副生成物の少なくとも一方に化学反応を生起させる手段であることが好ましい。

【0026】

上記化学反応生起手段として高融点の金属部材を用いることが好ましい。

【0027】

上記高融点の金属部材として、クロム、モリブデン、タンゲステン、バナジウム、ニオブ、タンタル、チタン、ジルコニウム、ハフニウムのうち、少なくとも一種を含有する部材を用いることが好ましい。

【0028】

また、上記処理空間と前記化学反応生起手段との間に、プラズマを遮断する手段を設けることが好ましい。

【0029】

上記プラズマを遮断する手段として導電性部材を設け、該導電性部材の電位がプラズマ空間電位と異なる電位であることが好ましい。

【0030】

上記導電性部材として金属部材を用いることが好ましい。

【0031】

また、上記導電性部材として、前記化学反応生起手段と同様の材質の部材を用いることが好ましい。

【0032】

上記プラズマを遮断する手段として、電気的に接地された部材を用いることが好ましい。

【0033】

また、上記プラズマを遮断する手段として、单一又は複数の線形状、あるいは螺旋状に巻いた線形状の部材を用いることが好ましい。

【0034】

さらに、上記プラズマを遮断する手段として、メッシュを用いることが好まし

い。

【0035】

そして、上記プラズマを遮断する手段として、板状部材を用い、該板状部材が上記プラズマを通過させない形状を有していることが好ましい。

【0036】

本発明のプラズマ処理方法は、基体又は膜をプラズマ処理するプラズマ処理方法において、上記プラズマ処理を行なう処理空間と該処理空間を排気する排気手段とを結ぶ排気配管中に化学反応生起手段を配置し、該化学反応生起手段に前記処理空間のプラズマを到達させることなく、上記処理空間から排気された未反応ガス及び副生成物の少なくとも一方に化学反応を生起させるものである。

【0037】

上記プラズマ処理方法において、上記化学反応生起手段が、発熱することによって前記処理空間から排気された未反応ガス及び副生成物の少なくとも一方に化学反応を生起させる手段であることが好ましい。

【0038】

上記化学反応生起手段として高融点の金属部材を用いることが好ましい。

【0039】

上記高融点の金属部材として、クロム、モリブデン、タンゲステン、バナジウム、ニオブ、タンタル、チタン、ジルコニウム、ハフニウムうち、少なくとも一種を含有する部材を用いることが好ましい。

【0040】

上記処理空間と前記化学反応生起手段との間に、プラズマを遮断する手段を設けることが好ましい。

【0041】

上記プラズマを遮断する手段として導電性部材を設け、該導電性部材の電位が上記プラズマ空間電位と異なる電位であることが好ましい。

【0042】

上記導電性部材として金属部材を用いることが好ましい。

【0043】

また、上記導電性部材として、上記化学反応生起手段と同様の材質の部材を用いることが好ましい。

【0044】

上記プラズマを遮断する手段として、電気的に接地された部材を用いることが好ましい。

【0045】

また、上記プラズマを遮断する手段として、单一又は複数の線形状、あるいは螺旋状に巻いた線形状の部材を用いることが好ましい。

【0046】

さらに、上記プラズマを遮断する手段として、メッシュを用いることが好ましい。

【0047】

そして、上記プラズマを遮断する手段として、板状部材を用い、該板状部材が上記プラズマを通過させない形状を有していることが好ましい。

【0048】

上記プラズマ処理がプラズマCVD法による膜形成であることが好ましい。

【0049】

また、上記プラズマ処理が基体又は膜をプラズマエッチングする方法であることが好ましい。

【0050】

本発明のプラズマ処理装置は、基体又は膜をプラズマ処理する処理空間と該処理空間を排気する排気手段と該処理空間と該排気手段とを結ぶ排気配管とを有するプラズマ処理装置において、上記排気配管中に化学反応生起手段を有し、上記処理空間と該化学反応生起手段との間にプラズマを遮断する手段を有するものである。

【0051】

上記化学反応生起手段として発熱体を用いることが好ましい。

【0052】

また、上記化学反応生起手段として高融点の金属部材を用いることが好ましい

【0053】

上記高融点の金属部材として、クロム、モリブデン、タンゲステン、バナジウム、ニオブ、タンタル、チタン、ジルコニウム、ハフニウムのうち、少なくとも一種を含有する部材を用いることが好ましい。

【0054】

上記プラズマを遮断する手段として導電性部材を有し、該導電性部材の電位が上記プラズマ空間電位と異なる電位であることが好ましい。

【0055】

上記導電性部材として金属部材を用いることが好ましい。

【0056】

また、上記導電性部材として、上記化学反応生起手段と同様の材質の部材を用いることが好ましい。

【0057】

上記プラズマを遮断する手段が電気的に接地されていることが好ましい。

【0058】

また、上記プラズマを遮断する手段として、单一又は複数の線形状、あるいは螺旋状に巻いた線形状の部材を用いることが好ましい。

【0059】

さらに、上記プラズマを遮断する手段として、メッシュを用いることが好ましい。

【0060】

さらに、上記プラズマを遮断する手段として、板状部材を用い、該板状部材が上記プラズマを通過させない形状を有していることが好ましい。

【0061】

上記プラズマ処理がプラズマCVD法による膜形成であることが好ましい。

【0062】

また、上記プラズマ処理が基体又は膜をプラズマエッティングする方法であることが好ましい。

【0063】

本発明の他のプラズマ処理装置は、基体又は膜をプラズマ処理する処理空間と該処理空間を排気する排気手段と該処理空間と該排気手段とを結ぶ排気配管とを有するプラズマ処理装置において、上記排気配管中に電源に接続された第一の金属部材を有し、上記処理空間と該第一の金属部材との間に電気的に接地された第二の金属部材を有するものである。

【0064】

上記プラズマ処理装置において、上記第一の金属部材と上記第二の金属部材は、同じ材質であることが好ましい。

【0065】

上記第一の金属部材と前記第二の金属部材は同様の形状を有することが好ましい。

【0066】

また、上記第一の金属部材と前記第二の金属部材はいずれもフィラメントであることが好ましい。

【0067】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好適な実施の形態を説明するが、本発明は本実施形態に限られない。

【0068】

図1は本発明のプラズマ処理装置のうち、プラズマCVD法を用いた一実施形態の模式的断面図である。図1中、図2の装置と同じ部材には同じ符号を付し、説明を省略する。また、図1において、13a～13cは第一の金属部材で、副生成物処理のための化学反応手段としての発熱体であり、14は第二の金属部材としてのプラズマシールド部材である。

【0069】

本発明の中において電力印加電極と称している電極に、5kHz～500kHzまでの低周波、500kHz～30MHzまでの高周波、あるいは30MHz～500MHzまでのVHFなどの電力を印加することで放電領域12でプラズ

マを生起させ、それぞれ低周波プラズマ、高周波プラズマ、VHFプラズマなどを所望に応じて用い、半導体などの薄膜を基板に堆積させることができる。また、プラズマを生起させる手段としては、放電領域12に棒状のアンテナを設置したり、導波管から窓を通して電磁波を供給することもできる。

## 【0070】

基板8は、ガラス基板などの透光性絶縁体やステンレス基板などの非透光性導電体でもよい。また、コイルに巻いた帯状の長尺基板でもよく、高分子フィルムなどの可撓性絶縁体に導電性薄膜を形成したものでも、ステンレスなどの可撓性の導電性基板を用いてもよい。

## 【0071】

プラズマCVDによって堆積膜を形成するとき、例えばSiH<sub>4</sub>、Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub>等の原料ガスを用いて非晶質シリコン膜を堆積する場合、従来は排気配管3の副生成物の付着を定期的に取り除く必要があったが、成膜後の該副生成物の除去作業には特殊な工夫が必要であった。本発明においては、発熱体13a～13cへ導入された未反応ガスや副生成物は、触媒作用、熱分解、熱電子照射、電子線照射等の化学反応によって、発熱体13a～13cの周囲の排気配管3内の壁面へ安定で硬質な膜として堆積するために、容易に除去作業を行うことができる。

## 【0072】

電力印加電極5と、基板電極としての基板8および基板ホルダー9との間が放電領域12であって、プラズマは主に放電領域12において発生するが、プラズマの寿命やガスの流速、電磁波が放電領域12以外へ回り込む量などに關係して、少なからず排気配管3側へプラズマが伸長している。

## 【0073】

本発明者等は、放電領域12から伸長するプラズマと、発熱体13a～13cとの關係が、未反応ガスおよび副生成物の処理能力に大きく影響することを見出した。即ち、発熱体13a～13cの放電領域12側でプラズマを遮断し、発熱体13a～13cをプラズマと分離して作用させることによって、導入された未反応ガスおよび副生成物の処理能力を向上させることができる。

## 【0074】

本発明の堆積膜形成（あるいは処理）に用いられる原料ガスとしては、例えば、 $\text{SiH}_4$ 、 $\text{Si}_2\text{H}_6$ 等の非晶質シリコン形成用原料ガス、 $\text{GeH}_4$ 等の原料ガス、およびこれらの混合ガスが挙げられる。また上記原料ガスの希釈としては、 $\text{H}_2$ 、 $\text{Ar}$ 、 $\text{He}$ 等が挙げられる。また、ドーピングを目的として $\text{B}_2\text{H}_6$ 、 $\text{BF}_3$ 、 $\text{PH}_3$ 、等のドーパントガスを同時に放電空間に導入しても良い。

## 【0075】

また、エッチングガスとしては、例えば、 $\text{CF}_4\text{O}_2$ 、 $\text{CH}_x\text{F}_{(4-x)}$ 、 $\text{SiH}_x\text{F}_{(4-x)}$ 、 $\text{SiH}_x\text{Cl}_{(4-x)}$ 、 $\text{CH}_x\text{Cl}_{(4-x)}$ （但し、 $X = 0, 1, 2, 3, 4$ とする）、 $\text{ClF}_3$ 、 $\text{NF}_3$ 、 $\text{BrF}_3$ 、 $\text{IF}_3$ 等のエッチングガスおよびこれらの混合ガスが挙げられる。

## 【0076】

本発明における作用を本発明者は以下のように考える。

## 【0077】

上述した化学反応生起手段により導入された未反応ガスおよび副生成物は処理され、周囲の壁面に硬質の膜となって堆積されることにより容易に除去が可能となる。

## 【0078】

しかし、化学反応生起手段はプラズマ処理室の近傍に設置した方が効果が大きいため、成膜条件等によってはプラズマ処理室から化学反応生起手段にまでプラズマが伸長してくる場合がある。このような場合には化学反応生起手段は、未反応ガスおよび副生成物の処理とともに副生成物の生成も行っている可能性がある。

## 【0079】

実際に化学反応生起手段にプラズマを到達させることなく使用すると、未反応ガスおよび副生成物の処理能力の向上がみられた。

## 【0080】

通常グロー放電プラズマは電子数密度 $N_e = 10^7 \sim 10^{13} \text{ cm}^{-3}$ の範囲にある。本発明において「プラズマが到達しない」とは、プラズマ中よりも電子数密度 $N_e$ が $1/10$ 以下に減衰した状態とした。

## 【0081】

化学反応生起手段としては、クロム、モリブデン、タングステン、バナジウム、ニオブ、タンタル、チタン、ジルコニウム、ハフニウム等の高融点金属の発熱体を用いることができ、プラズマを遮断する手段の材質としても、発熱体やプラズマの熱に耐えうる高融点金属を用いることが好ましい。

## 【0082】

プラズマを遮断する手段の形状としては、单一又は複数の線形状、あるいは螺旋状に巻いた線形状のものを用いることができ、メッシュにすることによって電子数密度の減衰はより顕著となるが、成膜条件等によってはメッシュに膜が堆積し、ガスの排気に影響を及ぼす危険性がある。また、プラズマを通過させない形状を有している板状部材、例えば開孔を有している板状部材によっても電子数密度は減衰する。この場合排気への影響を考慮すると、開孔の径は大きい方が良いが、開孔の最小の径をプラズマと板状部材とで形成されるシース長の二倍以下に設定する必要があり、複雑な計算が必要となる。

## 【0083】

## 【実施例】

以下に、図1に示したプラズマCVD装置を用いた本発明の実施例について説明するが、本発明はこれらの実施例によって何ら限定されるものではない。

## 【0084】

図1に示したプラズマCVD装置を用いて、150mm角のガラス基板上に非晶質シリコン半導体の堆積膜を形成した。プラズマ処理条件は、SiH<sub>4</sub>を100sccm、H<sub>2</sub>を1000sccm混合した原料ガスをガス導入部10から導入し、プラズマ処理チャンバー1内部の圧力を133Pa、基板温度を250℃に保持して、13.56MHz、200WのRF高周波を高周波導入部7を通して電力印加電極5に印加した。排気手段2として、ロータリーポンプとメカニカルブースターポンプを用いた。排気配管3として、縦20mm×横200mmの角柱状の配管を十分に清掃して用いた。

## 【0085】

第一の金属部材である発熱体13a～13cとして、直径1mmで長さ500

mmの3本のモリブデン線を直径5mmの螺旋状に巻いたコイルの長手方向が、図1の紙面の垂直方向になるように設置し、それぞれにDC電力を300W印加して加熱した。放電領域12の端部から、排気手段2の方向へ8mmの位置に発熱体13a、11mmの位置に発熱体13b、14mmの位置に発熱体13cを設置した。

## 【0086】

## 〔実施例1〕

図1で示した装置において、プラズマを遮断する手段である第二の金属部材14として、電気的に接地された直径1mmで長さ500mmのタンゲステン線を、直径5mmの螺旋状に巻いたコイルの長手方向が、図1の紙面の垂直方向になるように、放電領域12の端部から5mmの位置に設置し、ガラス基板上に非晶質シリコンの膜を成膜し、その時のプラズマ処理室から排気手段2の方向へ4mmでの位置と、7mmでの位置での電子数密度と化学反応手段（第一の金属部材である発熱体13a～13c）への副生成物の堆積状況を調べた。

## 【0087】

その結果、4mmの位置での電子数密度が $5 \times 10^8 \text{ cm}^{-3}$ であったのに対し、7mmの位置での電子数密度は $3 \times 10^3 \text{ cm}^{-3}$ とプラズマを遮断する手段によって、電子数密度がかなり減衰していた。またこの時、化学反応手段には全く副生成物の堆積が観測されず、その後100時間の成膜に対しても副生成物は全く堆積しなかった。

## 【0088】

## 〔比較例1〕

実施例1の比較例として、図1においてプラズマを遮断する手段を電気的に接地せず、電気的にフローティングにし、それ以外は実施例1と同様の装置構成、同様な成膜条件にて成膜し、プラズマ処理室から排気手段2の方向へ4mmと7mmの位置での電子数密度、化学反応手段（第一の金属部材である発熱体13a～13c）への副生成物の堆積状況を調べた。

## 【0089】

その結果、放電領域12の端部から排気手段2の方向へ4mmでの電子数密度

が $5 \times 10^8 \text{ cm}^{-3}$ であったのに対し、7 mmの位置においても電子数密度は $5 \times 10^8 \text{ cm}^{-3}$ と電子数密度の減衰は観測されなかった。

## 【0090】

これはプラズマを遮断する手段が電気的にフローティングであるため、プラズマを遮断する手段の電位が、プラズマを遮断する手段設置位置近傍でのプラズマ電位とほぼ同電位となりプラズマを遮断することができなかつたためと思われる。

## 【0091】

またこの時、化学反応生起手段にはわずかに副生成物の堆積が観測され、50時間成膜後には、化学反応生起手段のメンテナンスが必要となった。

## 【0092】

## 〔実施例2〕

図1の装置において、プラズマを遮断する手段である第二の金属部材のないもの、および、プラズマ遮断手段である第二の金属部材の材質にクロム、モリブデン、バナジウム、ニオブ、タンタル、チタン、ジルコニウム、ハフニウムを含有する部材を用いたものにおいて、プラズマ遮断手段である第二の金属部材以外は実施例1と同様の装置構成、同様な成膜条件にて成膜し、その時の放電領域12の端部から排気手段2の方向へ7 mmの位置とプラズマ処理室内での電子数密度、化学反応手段（第一の金属部材である発熱体13a～13c）への副生成物の堆積状況を比較したものを表1に示す。

## 【0093】

## 〔表1〕

	プラズマ処理室内	プラズマ遮断手段なし	Cr	Mo	V	Nb	Ta	Ti	Zr	Hf
電子数密度( $\text{cm}^{-3}$ )	$5 \times 10^8$	$5 \times 10^8$	$4 \times 10^5$	$4 \times 10^4$	$5 \times 10^5$	$2 \times 10^5$	$3 \times 10^5$	$5 \times 10^4$	$3 \times 10^4$	$5 \times 10^4$
副生成物堆積状況		△	○	◎	○	○	○	◎	◎	◎

## 【0094】

表1において、

◎：硬質な膜が付着、堆積しており、100時間の成膜を行っても副生成物の堆積は全く観測されなかった。

○：硬質な膜が付着、堆積しており、100時間の成膜を行った結果、わずかに副生成物の堆積が観測された。

△：副生成物の堆積が観測され、50時間の成膜を行った後には、化学反応生起手段のメンテナンスが必要となった。

#### 【0095】

表1に示す通り、プラズマを遮断する手段を設けることで、化学反応生起手段による処理能力の向上が観測された。

#### 【0096】

##### 〔実施例3〕

図1の装置において、プラズマを遮断する手段である第二の金属部材として、円形の開孔を有する電気的に接地された板状の金属部材を設け、プラズマ遮断手段である第二の金属部材以外は実施例1と同様の装置構成、同様な成膜条件にて成膜し、開孔の径を0.5 mm～5 mmまで変化させ、その時の放電領域12の端部から排気手段2の方向へ7 mmの位置での電子数密度、化学反応手段（第一の金属部材である発熱体13a～13c）への副生成物の堆積状況を比較したものを表2に示す。尚、放電領域12の端部から排気手段2の方向へ4 mmでの電子数密度は $5 \times 10^8 \text{ cm}^{-3}$ であった。

#### 【0097】

##### 〔表2〕

開孔径 (mm)	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
電子数 密度 (cm <sup>-3</sup> )	$3 \times 10^3$	$7 \times 10^3$	$8 \times 10^3$	$2 \times 10^4$	$2 \times 10^4$	$5 \times 10^4$	$7 \times 10^4$	$5 \times 10^5$	$5 \times 10^8$	$5 \times 10^8$
副生成 物堆積 状況	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	△	△

#### 【0098】

表2において、

◎：硬質な膜が付着、堆積しており、100時間の成膜を行っても副生成物の堆積は全く観測されなかった。

○：硬質な膜が付着、堆積しており、100時間の成膜を行った結果、わずかに副生成物の堆積が観測された。

△：副生成物の堆積が観測され、50時間の成膜を行った後には、化学反応生起手段のメンテナンスが必要となった。

#### 【0099】

前述したようにプラズマを遮断するためには最小の開孔径をシース長の二倍以下にする必要があり、通常このシース長は $10^{-1}\sim 10$  mmの範囲にあることが予想される。実施例3においては開孔が円であるため、最小の径は開孔径である。

#### 【0100】

表2より、電子数密度、副生成物の堆積状況とともに開孔径4.5 mm以上において急激に変化しており、4~4.5 mmがシース長の二倍となっていることが想像できる。

#### 【0101】

この結果においても、プラズマを遮断することで化学反応手段の副生成物処理能力の向上が観測された。

#### 【0102】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、プラズマCVDやエッチング、ドーピングといったプラズマ処理方法、プラズマ処理装置、排気処理方法において、化学反応生起手段にプラズマを到達させることなく未反応ガスおよび副生成物を処理させることによって、未反応ガスおよび副生成物の処理能力を向上させることができる。したがって、排気配管やバルブ、排気ポンプでの腐食や副生成物の堆積を防止し、長期にわたってメンテナンス頻度を低減し、稼働率向上及び装置の簡略化が可能である。

#### 【0103】

また、大面積に長時間の成膜を高速で行う際に増大する未反応ガスや副生成物

に対しても、十分に効率良く除去が可能で、堆積膜への影響の無い排気処理方法、プラズマ処理方法及びプラズマ処理装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明のプラズマ処理装置のうち、プラズマCVD法を用いた一実施形態の模式的断面図である。

【図2】

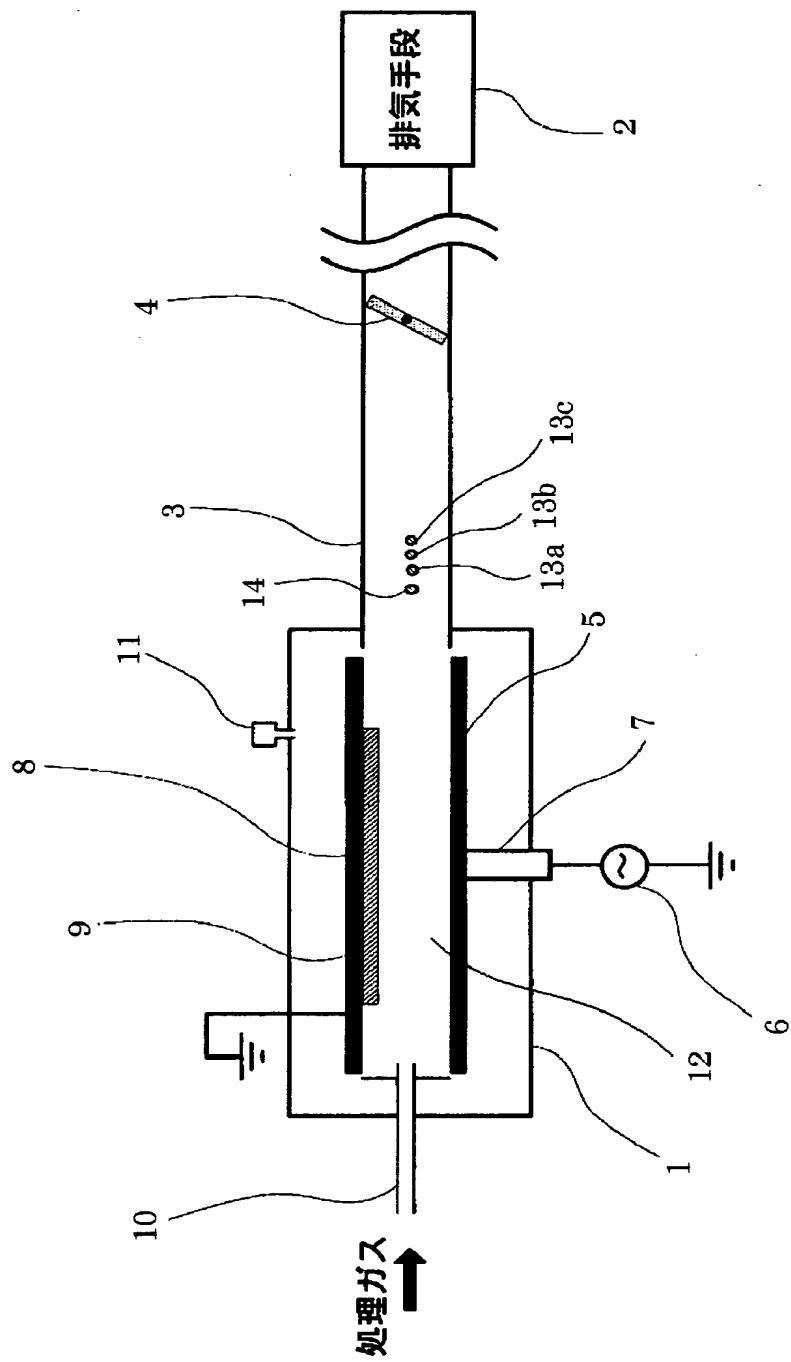
代表的な堆積膜形成装置の一つであるプラズマCVD装置の模式的断面図である。

【符号の説明】

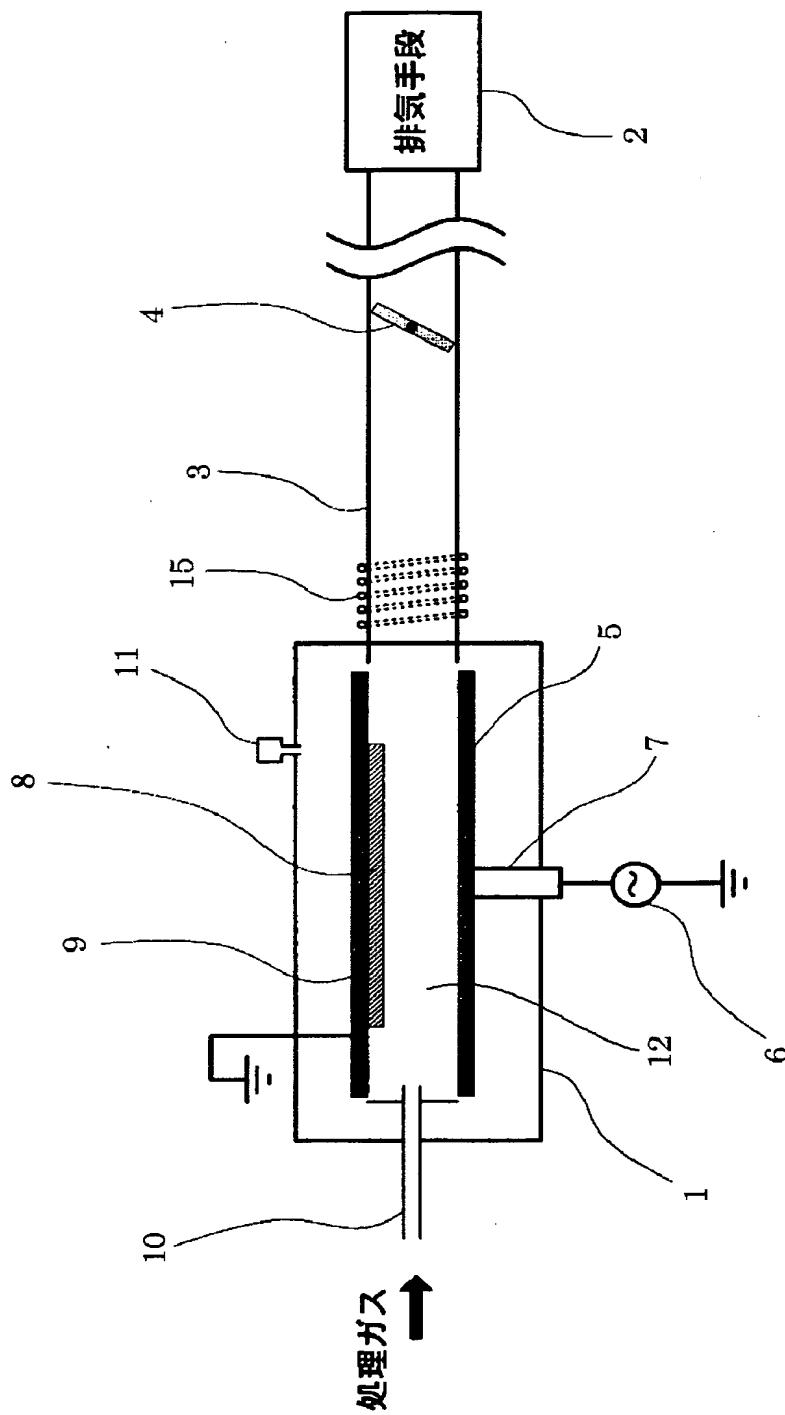
- 1 プラズマ処理チャンバー
- 2 排気手段
- 3 排気配管
- 4 コンダクタンス調整バルブ
- 5 電圧印加電極
- 6 高周波電源
- 7 高周波導入部
- 8 基板
- 9 基板ホルダー
- 10 ガス導入部
- 11 圧力計
- 12 放電領域
- 13 a, 13 b, 13 c 化学反応生起手段
- 14 プラズマを遮断する手段
- 15 配管ヒータ

【書類名】 図面

【図1】



【図2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 未反応ガスや副生成物を処理する化学反応生起手段の処理能力を向上させることができる排気処理方法、プラズマ処理方法及びプラズマ処理装置を提供する。【解決手段】 基体8又は膜をプラズマ処理するための処理空間1と排気手段2とを結ぶ排気配管3中に化学反応生起手段13a, 13b, 13cを有し、化学反応生起手段13a, 13b, 13cに処理空間1のプラズマを到達させることなく、処理空間1から排気された未反応ガス及び副生成物の少なくとも一方に化学反応を生起させる。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
氏 名 キヤノン株式会社